



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA**  
**CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**ISLAUMAX DARLLONY NUNES DA SILVA**

**RESPOSTA DA CANA-DE-AÇÚCAR AO USO DE BIOESTIMULANTE**  
**SOB DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO**

**AREIA**  
**2018**

**ISLAUMAX DARLLONY NUNES DA SILVA**

**RESPOSTA DA CANA-DE-AÇÚCAR AO USO DE BIOESTIMULANTE SOB  
DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal da Paraíba como parte das  
exigências para a obtenção do título de bacharel em  
Agronomia.

Prof. Dr. Fábio Mielezrski  
Orientador

**AREIA - PB  
2018**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

S586r Silva, Islaumax Darllony Nunes da.

RESPOSTA DA CANA-DE-AÇÚCAR AO USO DE BIOESTIMULANTE SOB  
DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO / Islaumax Darllony  
Nunes da Silva. - João Pessoa, 2018.

43 f.

Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Saccharum Officinarum, Fitohormônio, Gemas. I.  
Título

UFPB/CCA-AREIA

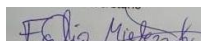
**ISLAUMAX DARLLONY DA SILVA NUNES**

**RESPOSTA DA CANA-DE-AÇÚCAR AO USO DE BIOESTIMULANTE SOB  
DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal da Paraíba como parte das  
exigências para a obtenção do título de bacharel em  
Agronomia.

Aprovado em: \_\_\_\_ de \_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**




Prof. Dr Fábio Mielezrski  
DSER/CCA/UFPB



Prof. Dr Luiz Cláudio Nascimento dos Santos  
FACENE

**DIRETOR/AGROMAPE**



Eng. José Inácio de Moraes Andrade  
ASPLAN/UNIDA

Dedico todo o esforço desse trabalho ao meu querido avô Hilario Vicente da Silva (in memorian), que foi exemplo de caráter e dignidade, a minha Avó Maria Conceição da Silva que é o melhor exemplo de pessoa que conheço e junto com minha mãe Iris Maria da Silva, irmã Isley Twany da Silva são as maiores colaboradoras e incentivadoras.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por te me concebido força de vontade, paciência e saúde para superar todas as barreiras e dificuldades. Ao meu sobrinho Yan Pietro por ser um dos motivos para me dar forças para continuar, meu avô que não está presente hoje neste mundo porém ajudou na minha formação e sempre foi meu maior exemplo juntamente com minha avó Maria Conceição da Silva que sempre está presente na minha vida fazendo de tudo para que eu possa estar firme e forte mesmo em meio as dificuldades encontradas ao longo do curso, pelos cuidados e por sempre procurar uma forma de me incentivar a estudar, a minha mãe Iris Maria e minha irmã Isley Twany que juntas com a minha avó estão sempre do meu lado em todos os momentos da minha vida, meu pai Marilio Nunes da Silva e irmãos Marcos Vinícius e João Victor pela assistência prestada todos esses anos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Fábio Mielezrki, pelo apoio, orientações e incentivos que me foi oferecido, aos membros da banca Dr. Luiz Cláudio e o Engenheiro José Inácio que se disponibilizaram a fazer parte dessa importante etapa da minha vida.

Ao Grupo de Estudo Sucoenergético (GESUCRO) por ter contribuído para minha formação e ter me dado um direcionamento acadêmico e proporcionado grandes amigos que levarei para vida. A UFPB pela oportunidade de me tornar um Engenheiro Agrônomo e pela direção administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes.

Aos meus amigos que de certa forma contribuíram positivamente para esta ilustre conquista Lucilo Moraes, Lucas o baixo, Emanuel Mané, Vinicius Baiano, Heverton, Haile, Bruno Henrique, Diogo Danilo, Anne Maia, Lucas de Assis, Igor Revelles, Junio Dantas, Douglas Henrique, Wilton Alves, Dimas Ferreira, Helton Davison, Lucas Victor, Eduardo, Augusto Cavalcante, Gabriel Brito, Caio César, Thaiano Iranildo, Alberto Jefrson, Denizard Oresca, Thomas Ferraz, Allison Duarte, Ronald Muniz, Antônio Marcos, Maciel Rocha, André Spinosa, Jadson Salustiano, Marcelo Mendonça, Guibson Tavares, Junio Dantas, Paula Cintia, Geórgia Bertoldo, Monique Gonçalves, Alicia Nayana, Laysa Gabriela, Hortência Couras, Eliete Nahana, Sr. Lucilo, Sr. Salustiano, Dr. Dante Guimarães, Dr. Neto Guimarães, Dr. Adauto Bezerra, Dr. Matheus Borba, Dr. José Neto, Dr. Djalma Simões, Dr. Emídio Cantidio, Dr. Prof. Edgar Beauclair, Dr. Prof Adailson Pereira, Dr. Welliton e aos mestres e doutorando Ewerton e João Paulo. Todas as pessoas que passaram na minha vida e que colaboraram sempre, me dando forças e incentivos.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2. OBJETIVO .....</b>	<b>15</b>
<b>3. REFERÊNCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
3.1 Aspectos Gerais e Importância .....	16
3.2 Morfologia e Fenologia .....	17
3.3 Ecofisiologia .....	18
3.3.1 Precipitação .....	18
3.3.2 Temperatura .....	19
3.3.3 Umidade relativa .....	19
3.3.4 Insolação.....	19
3.4 Uso de Hormônios na Cana .....	19
3.4.1 Auxina .....	20
3.4.2 Giberilina .....	21
3.4.3 Citocinina .....	21
3.4.4 População de Plantas .....	22
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
4.1 Local do experimental .....	23
4.2 Delineamento experimental .....	24
4.3 Implantação do Experimento .....	25
4.4 Avaliações.....	26
4.4.1 Brotação .....	26
4.4.2 Número de Colmos por Metro .....	26
4.4.3 Número de Entrenó .....	26
4.4.4 Teor de Sólidos Solúveis (BRIX) .....	26
4.4.5 Altura do Colmo.....	27
4.4.6 Diâmetro do Colmo.....	27
4.4.7 Tonelada de Cana por Hectare .....	27
4.4.8 Análises estatísticas.....	28
<b>5. RESULTADOS E DISCURSUSSÃO .....</b>	<b>29</b>
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>37</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>38</b>





## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Caracterização da fertilidade do solo utilizado no experimento, (LABORATÓRIODE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, DSER/CCA/UFPB, 2017) .....	24
<b>Tabela 2</b> - Tabela de avaliação da qualidade do plantio (ADAPTADO DE STOLF, 1986)..	28
<b>Tabela 3</b> - Quadrados médios das variáveis Raíz da Brotação de cana-de-açúcar em 3 diferentes épocas em função de bioestimulante. ....	29
<b>Tabela 4</b> - Quadrados médios das variáveis em diferentes densidades de plantio de cana-de-açúcar em função do uso de bioestimulante para as variáveis altura do colmo (ALTC), diâmetro do colmo (DC), número de folhas (NF), número de colmos industrializáveis por metro (NC), número de entrenó (NEN), °brix (Brix) , tonelada de cana por hectare (TCH).....	30
<b>Tabela 5</b> - Medias das variáveis sob uso de bioestimulnte .....	32

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Comparativo de produtividade de cana-de-açúcar por região .....	16
<b>Figura 2</b> - Fases do desenvolvimento da cana-de-açúcar. Fonte: Gascho & Shih (1983).....	18
<b>Figura 3</b> - Média da temperatura (°C) máxima e mínima da área experimental durante o ciclo da cultura na safra 2017/2018.....	23
<b>Figura 4</b> - Média da precipitação (mm) e umidade relativa (%) da área experimental durante o ciclo da cultura na safra 2017/2018.....	24
<b>Figura 5</b> - Croqui do experimento .....	25
<b>Figura 6</b> - Médias de $\sqrt{n}$ números de brotos sob cinco diferentes densidades .....	29
<b>Figura 7</b> - $\sqrt{n}$ Número de Brotação em Função da aplicação do bioestimulante.....	30

NUNES DA SILVA, I. D. **RESPOSTA DA CANA-DE-AÇÚCAR AO USO DE BIOESTIMULANTE SOB DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia), Universidade Federal da Paraíba. Areia, PB. 2018.

## RESUMO

A cultura da cana-de-açúcar possui papel indiscutível na economia do Brasil. A adoção de novas tecnologias vem crescendo entre os produtores, como o uso de bioestimulantes. A utilização do número ideal de gemas por metro linear de sulco no plantio se torna uma prática em que reflete na economia do produtor. O trabalho teve como objetivo avaliar os componentes do rendimento da cana-de-açúcar sob o uso de bioestimulante a base de hormônios vegetais sob 5 diferentes densidades de plantio. O experimento foi instalado, em Areia, Paraíba. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados seguindo o fatorial 5x2 onde avalia a condição de 5 densidades de plantio (5,10,15,20,25 gemas por metro) sob 2 efeitos, com bioestimulante e sem o seu uso. Os parâmetros analisados foram número de brotos emergidos por metro linear em 15, 20 e 25 dias após o plantio, número de colmos industrializáveis por metro, número de entrenós, teor de sólidos solúveis, altura do colmo, diâmetro do colmo e produção em tonelada de colmo por hectare. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando o software Sisvar, sendo as médias dos tratamentos comparadas através do teste f, nível de 1, 5 e 10 %. Apenas houve significância para número de colmos por metro com a aplicação do bioestimulante e para número de folhas em que a média foi maior para o tratamento que não recebeu o bioestimulante. Para a densidade de plantio em número de gemas por metro linear de sulco apenas houve significância estatística para o °Brix e para brotação. O uso do bioestimulante proporcionou maior quantidade de colmos industrializáveis por metro e maior abscisão foliar juntamente com um aumento linear da densidade em número de gemas por metro linear de sulco existe um aumento do °Brix e da brotação que também aumenta significativamente em função da época 15, 20 e 25 dias após o plantio.

**Palavras-chaves:** *Saccharum Officinarum*, Fitohormônio, Gemas.

NUNES DA SILVA, I. D. **RESPONSE OF SUGAR CANE TO THE USE OF BIO-STIMULANT UNDER DIFFERENT PLANT DENSITIES.** Course Completion Work (Graduation in Agronomy), Federal University of Paraíba, Areia, PB. 2018.

### ABSTRACT

The sugarcane culture has an indisputable role in the Brazilian economy. The adoption of new technologies is growing among producers, such as the use of biostimulants. The use of the ideal number of buds per linear meter of groove in the plantation becomes a practice in which it reflects in the producer's economy. The objective of this study was to evaluate the components of sugarcane yield under the use of biostimulant based on plant hormones under 5 different planting densities. The experiment was installed in Areia, Paraíba. The experiment was carried out in a randomized block design using a factorial of 5x2 where it evaluates the condition of 5 planting densities (5,10,15,20,25 buds per meter) under two effects, with biostimulant and without its use. The parameters analyzed were number of shoots emerged per linear meter at 15, 20 and 25 days after planting, number of industrializable stalks per meter, number of co-workers, soluble solids content, stalk height, stalk diameter and tonnage high per hectare. The obtained data were submitted to analysis of variance, using the software Sisvar, being the means of the treatments compared through the f test, level of 1, 5 and 10%. There was only significance for number of stems per meter with the application of the biostimulant and for number of leaves in which the mean was higher for the treatment that did not receive the biostimulant. For the planting density in number of buds per linear meter of furrow, there was only statistical significance for °Brix and for budding. The use of the biostimulant provides greater amount of industrializable shoots per meter and greater foliar abscission together with a linear increase of the density in number of buds per linear meter of furrow there is an increase of °Brix and sprouting that also increases significantly as a function of the season 15, 20 and 25 days after planting.

**Keywords:** *Saccharum Officinarum*, Phytohormone, Gems.

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar possui papel indiscutível na economia do Brasil. A fim de se manter competitiva, em termos de custos de produção, torna-se cada vez mais necessário a busca por produtividades maiores. Assim sendo essencial que haja melhorias nas condições de ambiente, para que se possibilitem à cultura a expressão do seu máximo potencial produtivo. O Brasil é o atualmente o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e detém uma área cultivada de aproximadamente 8,84 milhões de hectares, produzindo em média 646,63 milhões de toneladas e com uma produtividade de 73,27 toneladas de cana-de-açúcar por hectare (CONAB, 2018).

A Paraíba nessa safra produziu 5.829,5 mil toneladas. A destinação da cana-de-açúcar esmagada foi direcionada em 21% para produção de açúcar e 79% para o etanol, definido pelo cenário econômico favorável para o etanol em relação ao açúcar. A safra 2017/18 apresentou condições climáticas favoráveis em comparação aos últimos cinco anos, com níveis de precipitação mais próximos ao ideal, mesmo que não o tenha alcançado. A safra fechou com a produtividade média de 48.742 kg/ha, contra uma produtividade de 44.014 kg/ha na última safra. (CONAB, 2018).

A necessidade de redução de custos é um fator buscado por produtores de cana-de-açúcar muitas vezes para se manterem no setor, . A adoção de tecnologias vem crescendo entre os produtores, dentre essas o uso de bioestimulantes vem favorecendo a redução de material propagativo devido a promoção de uma melhor brotação.

Os fitormônios, responsáveis pelos sinais químicos, carregam informações e modificam o estado fisiológico das células, dos tecidos e, em alguns casos de sistemas mais complexos. Uma mesma substância poderá produzir respostas diferentes em fases diferentes do desenvolvimento da planta (RAVEN et al., 2001). A partir do conhecimento das ações dos principais grupos de hormônios vegetais (auxina, giberelina, citocinina, etileno e brassinoesteróides) tornou-se evidente que sinais químicos adicionais são utilizados pelas plantas (RAVEN et al., 2001). Junto com fatores externos, os fitormônios dão início ao processo de crescimento e da diferenciação celular, assim como sincronizam o desenvolvimento da planta com as mudanças sazonais do ambiente. Os fitormônios vegetais promovem a regulação da intensidade e da orientação do crescimento, da atividade metabólica, do transporte, do estoque e da mobilização de materiais nutritivos (LARCHER, 2006).

Casillhas et al (1986) observou que misturas chamadas de estimulantes vegetais ou bioestimulantes se mostram eficientes ao ser aplicadas em doses pequenas, assim favorecendo o crescimento e o desenvolvimento da planta, mesmo sob condições ambientais adversas.

O uso de fitohormônios, tem demonstrado um aumento da produtividade em algumas culturas como citros, feijão, milho, soja e algodão em decorrência da promoção de um melhor desenvolvimento das plantas (CASTRO *et al.*, 1998; ALLEONI, BOSQUEIRO e ROSSI, 2000). O desenvolvimento da gema se dá pela ativação dos órgãos primordiais da gema, caracterizado por fenômenos bioquímicos através de atividades enzimáticas e hormonais, em função das condições do ambiente em que essa gema se encontra (Castro et al., 2001; Cataneo, 2006).

As plantas podem competir entre si pelos recursos do meio (CO<sup>2</sup>, Nutrientes, Água e Luz). O tempo em que ficam competindo pode determinar prejuízos no crescimento, desenvolvimento e na produção final da cultura. Uma redução considerável no crescimento de espécies é resultante da competição entre grupo de plantas dentro de um mesmo local em determinado lugar e período de tempo. Essa redução por plantas vizinhas deve ser devido a competição por água na estação seca e por luz durante a estação úmida (ZANNI; SANTOS, 2004).

Na operação de plantio manual de cana-de-açúcar utiliza-se de 12 a 15 gemas/metro de sulco como quantidade ideal para se formar um stand uniforme (COLETI, 1987). Porém na prática para reduzir os riscos de falhas, utiliza-se, de 15 a 21 gemas/metro aumentando o volume de muda utilizado (LANDELL et al., 2012). Dificultando controle fitossanitário devido essa prática proporcionar alta incidência de pragas e doenças.

## **2. OBJETIVO**

Avaliar os componentes do rendimento da cana-de-açúcar sob o uso de bioestimulante a base de hormônios vegetais sob 5 diferentes densidades de plantio.

### 3. REFERÊNCIAL TEÓRICO

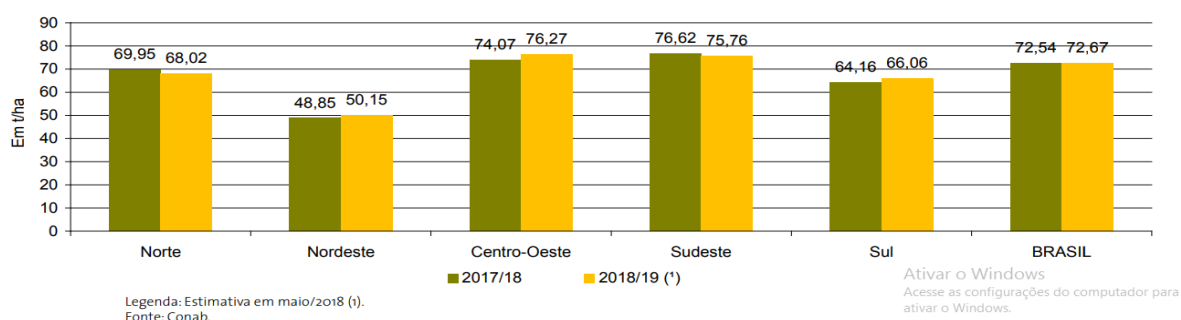
#### 3.1 Aspectos Gerais e Importância

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas agrícolas do Brasil e possui uma grande expressão social e econômica, sua principal matéria-prima é utilizada para a fabricação do açúcar e do álcool (etanol), além disso, os produtos derivados incluem melaço, cachaça e resíduos gerados podem ser utilizados na alimentação animal, além da geração de empregos diretos e indiretos (BELLÉ et al., 2014).

De acordo com os dados do quarto e último levantamento da safra de cana-de-açúcar 2017/18 feito pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2018), a produção teve leve queda, chegando a 633,26 milhões de toneladas, o que corresponde a 3,6% a menos em relação à safra anterior, apesar da maior produtividade na região Nordeste, a média brasileira foi semelhante à da safra passada, de 72.543 kg/ha, e acabou não impactando no aumento da produção.

A Paraíba é responsável por uma produção de 5.829,5 mil toneladas com uma produtividade média de 48.742 kg/ha evidenciado no gráfico 1, sendo que 21% da cana-de-açúcar esmagada foi destinada para produção de açúcar e 79% para o etanol, devido o cenário econômico favorável para o etanol em relação ao açúcar (CONAB, 2018).

Levando-se em consideração a necessidade e a crescente procura por novas alternativas de combustível, o Governo Federal tem promovido incentivos à produção do etanol, como combustível renovável de alto valor agregado com responsabilidade socioambiental MACEDO, (2007). O boletim mostra ainda que a diminuição também é reflexo da área colhida, que fechou em 8,73 milhões de hectares, com queda de 3,5% se comparada à safra 2016/17.



**Figura 1** - Comparativo de produtividade de cana-de-açúcar por região



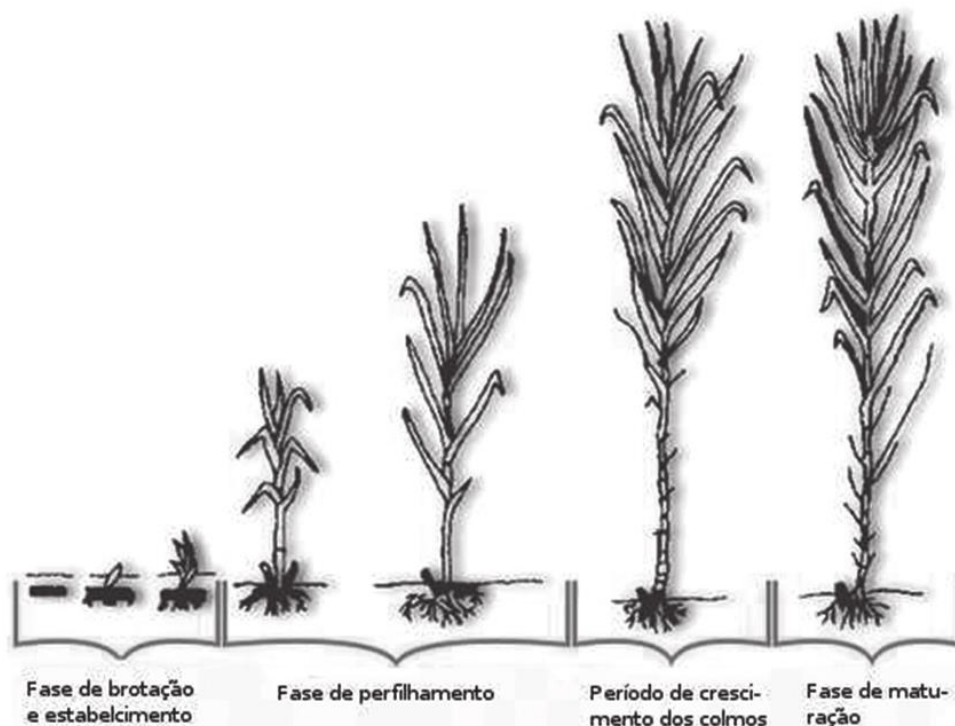
### 3.2 Morfologia e Fenologia

Segundo Diola e Santos (2010) logo após o plantio, inicia-se o processo de crescimento das gemas. No solo, a brotação ocorre entre 20 e 30 dias após o plantio, sendo seu início marcado por um rápido aumento na taxa de respiração, e o início do transporte de substâncias diretamente para as áreas de crescimento. Logo após a brotação se inicia a formação do sistema radicular e surgimento dos perfilhos primários, secundários e assim por diante.

Passados 40 dias do plantio, em média, tem início a fase de perfilhamento, podendo durar até 120 dias. Nessa fase ocorrem processos fisiológicos de ramificação subterrânea das juntas nodais compactas das raízes primárias. Graças a fase de perfilhamento, a cultura apresenta o número de colmos necessários para assegurar uma boa produção. A população máxima de perfilhos é alcançada entre 90 e 120 dias após o plantio (DIOLA; SANTOS, 2010).

A necessidade hídrica da cana-de-açúcar altera-se com a fase vegetativa e a variedade utilizada. Essa cultura possui quatro fases de desenvolvimento: I) brotação, II) perfilhamento, III) crescimento vegetativo, quando a cultura é bastante sensível à deficiência hídrica e às temperaturas fora de sua amplitude térmica ideal, isto é, entre 25°C e 33°C, conforme Almeida et al. (2008), e IV) a maturação, período em que ocorre o maior acúmulo de sacarose nos colmos (Ramesh e Mahadevaswamy, 2000).

Entre 270-360 dias após o plantio ocorre a fase de maturação da cultura. Durante essa fase ocorre a síntese e o acúmulo de açúcar, com isso o crescimento vegetativo sofre uma considerada redução. Com o avanço da fase de maturação, açúcares simples (monossacarídeo, frutose e glicose) são convertidos em sacarose. A maturação da cana-de-açúcar ocorre de baixo para cima, assim a parte inferior conte maior teor de açúcar do que a parte superior (DIOLA; SANTOS, 2010).



**Figura 2-** Fases do desenvolvimento da cana-de-açúcar. Fonte: Gascho & Shih (1983).

### 3.3 Ecofisiologia

A cana-de-açúcar se desenvolve no mundo entre a latitude 36.7° N e 31.0° S, do nível do mar até 1000m de altitude ou um pouco mais. É considerada essencialmente como uma planta tropical. É um cultivo de longa duração e, por tanto convive com todas as estações, chuvosa, inverno e verão durante seu ciclo de vida (FERRAZ, 2016).

#### 3.3.1 Precipitação

Segundo Ferraz (2016) um total de chuva entre 10 e 1500 mm é suficiente se a distribuição for adequada (abundante nos meses de crescimento vegetativo seguido por um período de amadurecimento). Durante o período de crescimento ativo, a chuva favorece um crescimento rápido da cana, alongamento da cana e formação de entrenós. Durante o período de amadurecimento, não é desejável muita chuva porque isso causa a baixa da qualidade do suco, aumenta o crescimento vegetativo, e aumento da umidade do tecido. Isto também prejudica a colheita e operações de transporte. Rossin et al. (2006) obteve como resposta que o decréscimo referente a produtividade em função de deficiência hídrica na cultura da cana-de-açúcar variou entre 9% e 43%. Ainda segundo Abreu (2009) na fase inicial de desenvolvimento vegetativo a deficiência hídrica limitou o crescimento, desenvolvimento e a produtividade dessa cultura.

### **3.3.2 Temperatura**

Segundo Alfonsi et al (1987), temperatura inferior a 25°C o crescimento da cana-de-açúcar torna-se lento, em torno de 30 e 34°C seria o adequado pois acima de 35°C torna-se também lento, sendo praticamente nulo em temperaturas superiores a 38°C. Segundo Ferraz (2016) temperaturas acima de 38°C reduzem a fotossíntese e aumentam a respiração. Para amadurecimento, as temperaturas devem ser relativamente baixas (12° a 14°C são desejáveis), pois diminui o desenvolvimento vegetativo e aumenta a sacarose da cana. Em temperaturas altas uma reversão da sacarose em frutose e glicose pode ocorrer além do aumento da fotorespiração, o que diminui o acúmulo de açúcares. Pode obter alta produtividade em temperaturas ao redor de 47°C, desde que seja empregada irrigação, enquanto que, em temperaturas menores que 21 °C diminuem a taxa de alongamento dos colmos e promovem acumulação de sacarose (MAGALHÃES, 1987). Segundo SANTOS (1977), quando a temperatura do ar cair abaixo de 8°C ou se elevar acima de 32,5° C, aparecem estrias ou faixas cloróticas nas folhas, devido a redução à síntese da clorofila.

### **3.3.3 Umidade relativa**

Segundo Ferraz (2016) alta umidade (80 - 85%) favorece um alongamento de cana rápido durante o período de crescimento. Um valor moderado de 45 - 65 % junto com um suprimento de água limitado é favorável durante a fase de amadurecimento.

### **3.3.4 Insolação**

Quanto mais intensa a radiação solar, maior será quantidade de perfilhos, pois quando a insolação é pouca o perfilhamento não sofre redução quantitativa (SANTOS, 1977). De acordo com MAGALHÃES (1987) o auto-sombreamento induz inibição do perfilhamento e acelera o crescimento do colmo principal. O efeito da radiação solar tem influência na síntese de auxinas, no ápice da planta (MALAVOLTA e HAAG, 1964). Quando ocorre a presença de radiação solar adequada ocasiona a diminuição do transporte de auxinas para a base do colmo, desinibindo as gemas, consequentemente produzem novos colmos (AUDE, 1993).

## **3.4 Uso de Hormônios na Cana**

Conforme Taiz e Zeiger (2009), oito grupos de substâncias são consideradas hormônios vegetais: auxinas, giberelinas, citocininas, etileno, ácido abscísico, brassinoesteróides, jasmonatos e salicilatos. Esses grupos atendem às premissas relativas ao conceito atual de hormônios vegetais. As biomoléculas são responsáveis por uma infinidade de importantes eventos nas plantas, desde a divisão celular, no interior de um tecido, até os fenômenos mais externos e tangíveis, como o alongamento do caule, floração, frutificação, entre outros (VALOIS, 2000).

Atualmente, com a utilização de técnicas avançadas para o cultivo de cana-de-açúcar, aumentos quantitativos e qualitativos na produção podem ser alcançados com a aplicação de reguladores vegetais. Essas substâncias podem ser aplicadas diretamente nas plantas, promovendo alterações nos processos vitais e estruturais e possibilitando incrementos no teor de sacarose, precocidade de maturação e aumento na produtividade das culturas (MARTINS; CASTRO, 1999; CAPUTO et al., 2008).

Silva et al. (2007) avaliaram os efeitos de reguladores de crescimento como potencializadores do perfilhamento e da produtividade em cana-soca. Kimura e Beauclair (2009), avaliando diferentes bioestimulantes, sobre a brotação da cana, aplicados diretamente nos sulcos de plantio, não constataram efeitos significativos da aplicação de biostimulantes no perfilhamento da cana. Resultados semelhantes foram obtidos por Sousa e Korndörfer (2010) que não detectaram efeitos significativos de bioestimulantes sobre a produtividade e rendimento industrial.

### **3.4.1 Auxina**

A auxina foi o primeiro fitohormônio descoberto sendo um dos agentes químicos sinalizadores que regulam o desenvolvimento vegetal (ARTECA, 1995). Rodrigues e Leite (2004) relatam que a principal auxina em plantas superiores é o ácido indolil-3-acético (AIA), embora existam várias auxinas que ocorrem naturalmente.

As auxinas sintéticas são bastante eficientes, pois não são metabolizadas pelas plantas tão rapidamente quanto o AIA; um grande número de auxinas sintéticas já foi produzido, como as substâncias indólicas, os derivados dos ácidos fenoxiacéticos e ácido benzóico e o stricarbamatos (TAIZ; ZEIGER, 2009), tais como o ácido naftalenoacético (ANA), o ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) e o ácido indolilbutírico (IBA) (CASTRO; VIEIRA, 2001).

Auxina é um grupo hormonal que são sintetizadas em tecidos meristemáticos de órgãos aéreos, tais como gemas em brotação, folhas jovens, extremidades da raiz e flores ou

inflorescências de ramos florais em crescimento. Nas células as auxinas promovem a sua expansão, pois estão envolvidas na incorporação de materiais na parede celular, afetando a expansão celular, através do aumento da plasticidade da parede celular. A auxina participa principalmente na promoção do crescimento de caules de plantas, além da regulação da dominância apical, da iniciação das raízes laterais, da abscisão foliar, da diferenciação vascular, da formação de gemas florais e do desenvolvimento do fruto. A auxina é sintetizada principalmente na gema apical e transloucada de modo polar para a raiz. Esse transporte ocorre preferencialmente nas células do parênquima associadas ao tecido vascular (TAIZ; ZEIGER, 2009). Lisboa et al. (2014) verificaram resultado viável para o desenvolvimento de calos de cana-de-açúcar utilizando 0,125 mg L<sup>-1</sup> de 2,4-D e concluíram que a auxina diminui o diâmetro da célula e do seu núcleo.

### **3.4.2 Giberilina**

As giberelinas foram caracterizadas na década de 1950, as quais constituem um grande grupo de compostos relacionados, sendo conhecidos mais de 125, que, ao contrário das auxinas, são definidos mais por sua estrutura química do que por sua atividade biológica. Aparecem também no crescimento (alongamento do caule), no desenvolvimento reprodutivo, além de afetar a transição do estado juvenil para o maduro, bem como a indução da floração, a determinação do sexo e o estabelecimento do fruto (TAIZ e ZEIGER, 2009) e ainda no comprimento dos internódios, na área foliar e no acúmulo de matéria seca (STEFANINI et al., 2002).

Os efeitos da giberelina no crescimento e no desenvolvimento são: estímulo do crescimento do caule em plantas anãs e rosetas; regulação da transição da fase juvenil para a adulta, influenciam a iniciação floral e a determinação do sexo, promovem a frutificação, promovem a germinação de sementes (TAIZ; ZEIGER, 2009).

### **3.4.3 Citocinina**

O nome citocinina é devido à ação desta substância sobre a citocinese (COLL et al., 2001). As citocininas foram descobertas durante pesquisas sobre os fatores que estimulam as células vegetais a se dividirem. De maneira geral, a citocinina promove a síntese de proteínas impedindo, dessa forma a senescência. Também impede a saída de proteases do vacúolo, inibindo a degradação de proteínas, inibe também a formação de radicais livres mantendo a

integridade da membrana plasmática, e a degradação da clorofila, mantendo a síntese de carboidratos (DAVIES, 2004; CASTRO; VIEIRA, 2001; COLL et al., 2001). A concentração de citocinina nas plantas pode variar em função do órgão considerado, do estado de desenvolvimento da planta, bem como das condições ambientais. De modo geral, as maiores concentrações de citocininas são encontradas em regiões meristemáticas ou em órgãos em crescimento com altas taxa de divisão celular, como folhas jovens, sementes em desenvolvimento, frutos e raízes. No entanto, o meristema apical da raiz é o principal local de síntese de citocininas em plantas e estas são translocadas via xilema para a parte aérea da planta; quando se encontram nas folhas, são relativamente imóveis (COLL et al., 2001; VIEIRA; CASTRO, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2009).

#### **3.4.4 População de Plantas**

Um plantio econômico não deveria dispendar mais que 10 t de mudas ha<sup>-1</sup>, correspondente a uma densidade de 12 a 15 gemas m<sup>-1</sup> (COLETI e STUPIELLO, 2006). São suficientes: 10 a 12 gemas viáveis m<sup>-1</sup>. (BARBIERI et al., 1981). Barberi et al. usou cinco variedades e quatro densidade de sendo 6, 12, 18, 21 gemas por metro de sulco de plantio, avaliando cana planta e soca e observando que as análises estatísticas demonstraram nenhuma diferença na produtividade

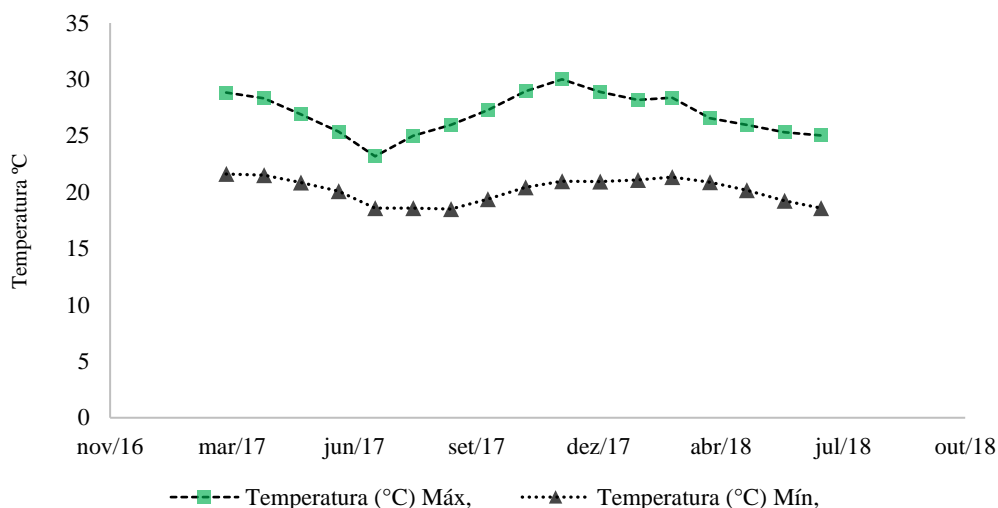
Um canavial implantado sem os conhecimentos básicos de plantio poderá ter sua longevidade reduzida, determinando como consequência a elevação dos custos de produção (QUINTELA et al., 1997). Os sistemas de plantio seguem algumas recomendações agronômicas convencionais de espaçamento que geralmente variam entre 0,90 a 1,60 m (COLETI, 1994), sendo utilizada de 12 a 18 gemas de cana-de-açúcar por metro de sulco, de acordo com as determinações do produtor e da variedade da cana a ser plantada (STOLF et al., 1984).

Cebim et al. (2008) observaram que mesmo utilizando maior quantidade de mudas, há menor perfilhamento, maior número de falhas e menor produtividade no plantio mecanizado de cana-de-açúcar quando comparado com o plantio semimecanizado. Para Beauclair e Scarpari (2006) a densidade de plantio adotada na implantação de um canavial é de aproximadamente 12 gemas por metro de sulco, a qual dependendo da variedade e do seu desenvolvimento vegetativo corresponde ao gasto de 7 a 10 toneladas de cana por hectare.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

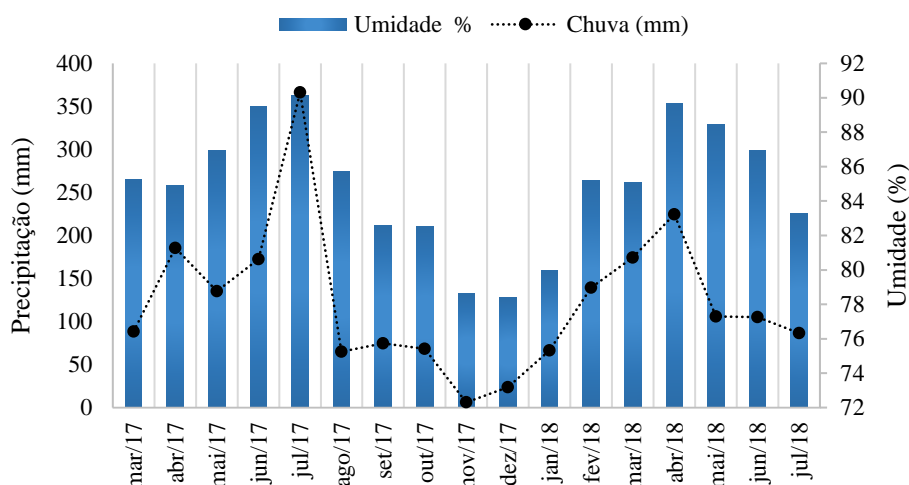
### 4.1 Local do experimental

O experimento foi instalado no dia 09/06/2017, em um Latossolo Amarelo distrófico na fazenda experimental Chã de Jardim, em Areia, Paraíba, situada na Mesorregião do Agreste e Microrregião do Brejo Paraibano, nas coordenadas de 06° 57' 46" S e 35° 41' 31" O, com altitude de 623 metros. O clima na região, pela classificação de Köppen, é do tipo As' (quente e úmido). De acordo com dados da Estação Meteorológica do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba a precipitação média anual no município de Areia é de 1.400 milímetros, a temperatura média anual é em torno de 22,5°C e a umidade relativa média é em torno de 80%. O quadrimestre mais chuvoso é constituído dos meses de abril a julho, e representa 62% do total médio anual (EMBRAPA, 2006). Os dados meteorológicos foram captados da Estação Meteorológica do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (Figura 3), (Figura 4).



**Figura 3-** Média da temperatura (°C) máxima e mínima da área experimental durante o ciclo da cultura na safra 2017/2018.

As condições climáticas ao longo do experimento se manteve com temperatura máxima de 30° C e mínima de 18 °C a maior precipitação ocorreu na fase de transição do período fenológico de brotação para o perfilhamento que ocorreu do mês de junho/2017, que obteve 366,3 mm e a umidade relativa acima de 90 %. Temperaturas inferiores a 20°C e superiores a 35°C prejudicam a brotação e a emergência da cana-deaçúcar (Casagrande, 1991; Aude, 1993).



**Figura 4-** Média da precipitação (mm) e umidade relativa (%) da área experimental durante o ciclo da cultura na safra 2017/2018.

As correções e adubações foram feitas de acordo com a análise do solo (Tabela 1) que foi obtida antes 1 mês antes da instalação do experimento.

**Tabela 1** – Caracterização da fertilidade do solo utilizado no experimento, (LABORATÓRIO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLOS, DSER/CCA/UFPB,2017).

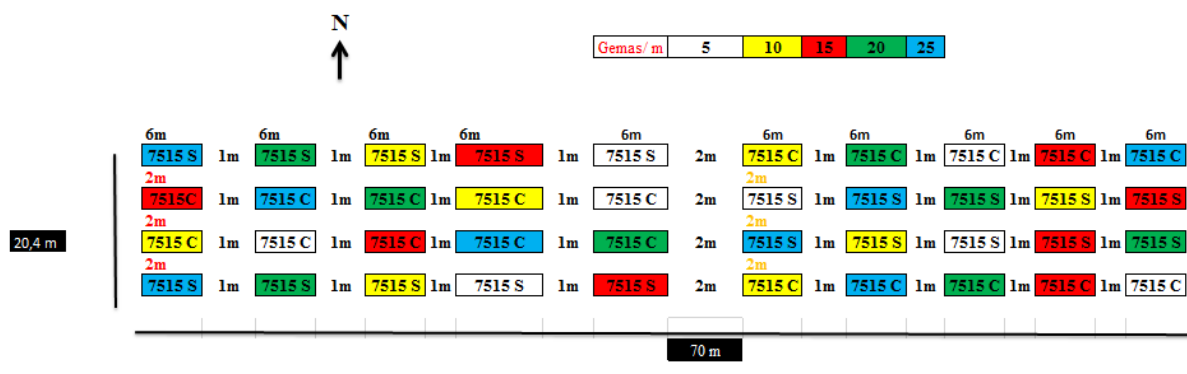
pH	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	SB	CTC	MO
Água (1:2,5)	--	---	---	---	---	Cmol/dm <sup>3</sup>	---	---	---	-g/kg-
4,8	2,4	28,40	0,05	5,49	0,10	0,81	0,30	1,23	6,72	36,72

Sendo: pH – Potencial Hidrogeniônico; M.O - Matéria Orgânica; P - Fósforo; K – Potássio; Mg – Magnésio; Al<sup>3+</sup> – Alumínio; H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup> – Hidrogênio + Alumínio; SB – Soma de Bases; CTC – Capacidade de troca catiônica.

## 4.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em parcelas subdividida, com os tratamentos da parcela formado pela densidade de plantio (5, 10, 15, 20 e 25 gemas por metro linear) e a subparcela formada pelo uso de bioestimulante (com e sem). Foram utilizadas 4 blocos formados por parcelas de 5 x 6 m, sendo estas constituídas por quatro linhas de seis metros espaçadas em 1,20. Cada uma das parcelas foi dividida ao meio no sentido de sua largura para a aplicação do bioestimulante (com e sem), (Figura.5).





**Figura 5-** Croqui do experimento

Para a definição da quantidade de colmo (propágulo) de cana usado no plantio para se obter as devidas densidades de cada tratamento, realizou-se o seguinte cálculo:

$$NCLP = CS \times NGT \div MGC$$

Onde,

NCLP: número de colmos por linha de plantio;

CS: comprimento do sulco em metros;

NGT: número de gemas do tratamento;

MGC: média de gemas por colmo.

### 4.3 Implantação do Experimento

O experimento foi implantado em um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico. Foi utilizado a variedade de cana-de-açúcar RB867515, que será colhida manualmente e sem queima. O bioestimulante com composição de 0,009% de cinetina (citocinina), 0,005% de ácido giberélico (giberelina) e 0,005% de ácido indolbutírico (auxina), além de 99,981% de ingredientes inertes foi aplicado na dose de 0,5 L p.c. há-1 pulverizado sob os toletes no sulco de plantio a uma profundidade de 20 cm com diluição em volume da calda referente a 200 litros por hectare.

O preparo de solo foi realizado com duas gradagens, sucção, distribuição dos fertilizantes as doses foram de 90 kg.ha<sup>-1</sup> de N sendo 1/3 em fundação e o restante em cobertura 90 dias após o plantio, 150 kg.ha<sup>-1</sup> de P todo em fundação e 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K sendo metade no

plantio e metade 90 dias após o plantio, sendo as fontes respectivamente ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio. Em seguida a distribuição dos toletes, aplicação de cupinícida e bioestimulante, cobertura com solo, aplicação de herbicida (mesotriona + metribuzin) nas concentrações de 4 L/ha de p.c do herbicida com i.a metribuzin e 0,3 L/ha do produto comercial com ingrediente ativo mesotriona. O projeto, implantação, análise dos dados e apresentação ocorrerá dentro de um período de 20 meses.

#### **4.4 Avaliações**

##### **4.4.1 Brotação**

Na cana de açúcar, a brotação denota ativação e subsequente florescimento da gema vegetativa, a brotação começa de 5 a 10 dias e geralmente dura ao redor de 25-30 dias.

As avaliações foram feitas aos 15, 20, 25 dias após o plantio, sendo contabilizadas os brotos emergidos em cada uma das duas linhas de plantio centrais da parcela em seguida retirou-se uma média de para metro linear.

##### **4.4.2 Número de Colmos por Metro**

O número colmos industrializáveis por metro, foi realizado em cada unidade experimental contabilizando por metro de cada parcela e em seguida se gerou uma média. As avaliações foram feitas aos 16 meses após o plantio.

##### **4.4.3 Número de Entrenó**

As avaliações foram realizadas aos 16 meses após o plantio onde foram contabilizados os entrenós de 10 plantas retiradas no metro de sulco de cada parcela experimental.

##### **4.4.4 Teor de Sólidos Solúveis (BRIX)**

Foram realizadas as avaliações aos 16 meses após o plantio da cultura com refratômetro de campo onde coletou-se 3 canas de cada unidade experimental e essas foram submetidas a retirada do caldo da parte basal e da apical e em seguida obteve-se a média.

#### **4.4.5 Altura do Colmo**

Foi obtido aos 16 meses após o plantio o comprimento médio dos colmos de cada unidade experimental, de 10 plantas por metro selecionadas ao acaso nas parcelas, na qual foram mensuradas o comprimento do colmo da base ao ápice descartando a bandeira, e obteve-se a média. A medição foi feita com o auxílio de uma trena e os dados obtidos em metros.

#### **4.4.6 Diâmetro do Colmo**

Foram mensurados, com o uso de paquímetro manual, o diâmetro médio do colmo, com base na amostragem de 3 pontos de cada colmo, de 10 plantas por metro de cada parcela. Os dados foram obtidos em milímetros. Realizou-se as avaliações aos 16 meses após o plantio.

#### **4.4.7 Tonelada de Cana por Hectare**

A partir dos dados obtidos de colmos industrializáveis por metro irá seguir com o seguinte cálculo:

$$TCH = (10000 / ESP). PCM - TCPF$$

Em que

TCH = tonelada de cana por hectare;

10000 m<sup>2</sup> = referente a 1 hectare;

ESP = espaçamento entre linha;

PCM = peso de colmos industrializáveis por metro;

TCPF = tonelada de cana perdida por falha.

O cálculo leva em consideração a tonelada de cana perdida por falha, utilizando a análise de levantamento de falha evidenciada por Stolf (1986). O TCPF é encontrado pelo método de STOLF onde se obtém o somatório das falhas acima de 0,5 m nas duas linhas de plantio que totalizam 12 m que será utilizado para dividir o resultado obtido da contabilização das falhas,

em seguida esse valor foi multiplicado por 100 para se obter a porcentagem de falhas. Através desse resultado pode-se identificar quanto de toneladas será perdida a cada 100 TCH produzida (Tabela 2).

**Tabela 2** - Tabela de avaliação da qualidade do plantio (ADAPTADO DE STOLF, 1986)

% falhas m/100m	Perdas (%)	Qualidade Do Plantio	OBSERVAÇÃO
0-10	0-3,2	Excelente	15 gemas/m com condições excepcionais de brotação
10-20	3,2-6,4	Normal	Tipo mais comum
20-35	6,4-11	Subnormal	
35-50	11-16	Ruim	Pensa-se em reformar mas mantém-se o canavial
>50	>16	Péssimo	Reformar/replantar a área

#### 4.4.8 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando o software Sisvar, sendo as médias dos tratamentos comparadas através do teste f, ( $p < 0,01$ ), ( $p < 0,05$ ), ( $p < 0,10$ ), (DMS), regressão, e tukey a nível de 1, 5 e 10 % de probabilidade. Para realização análise de variância do parâmetro número de brotação, foi feito o teste de normalidade e por serem uma distribuição anormal utilizou-se o artifício estatístico retirando a raiz quadrada e em seguida procedeu-se com a análise de variância pois realizando um novo teste de normalidade pode observar que a distribuição dos dados passou a ser normal.

## 5. RESULTADOS E DISCURSUSSÃO

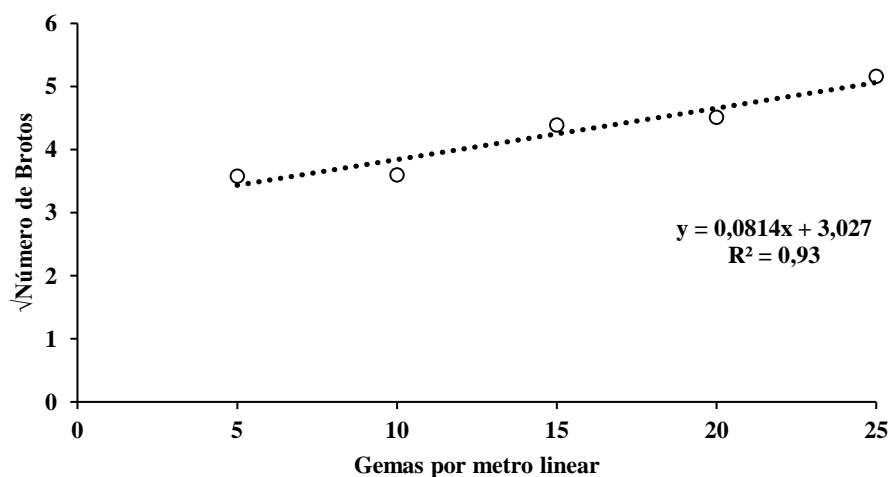
Conforme a Tabela 3, para a variável número de brotação com e sem uso de bioestimulante sob três diferentes épocas de avaliação, observou-se que ocorreu significância para número de gemas, interação entre bioestimulante e número de gemas e época.

**Tabela 3** - Quadrados médios das variáveis Raiz da Brotação de cana-de-açúcar em 3 diferentes épocas em função de bioestimulante.

Fonte de Variação	GL	QM
BLOCO	3	0,66 <sup>NS</sup>
BIOESTIMULANTE (B)	1	2,67 <sup>NS</sup>
NÚMERO DE GEMAS (NG)	4	10,68 <sup>**</sup>
B X NG	4	2,06 <sup>ns</sup>
ERRO 1	27	1,58
ÉPOCA ( E )	2	46,57 <sup>**</sup>
B X E	2	0,20 <sup>NS</sup>
NG X E	8	0,20 <sup>NS</sup>
B X NG X E	8	0,22 <sup>NS</sup>
RESÍDUO	60	0,19
CV (%)	----	10,31

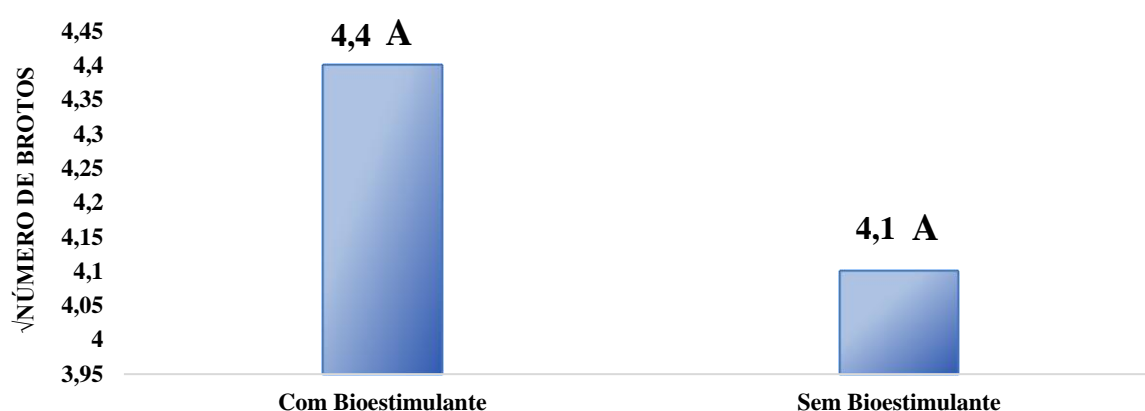
<sup>\*\*</sup>, <sup>\*</sup> e <sup>°</sup>: Significativo pelo teste f a 1, 5 e 10 %.

Conforme pode-se observar na figura 6, houve um incremento no número de brotações para os tratamentos ao aumentar a quantidade de gemas por metro obteve-se um acréscimo significativo a 5% independente de uso de bioestimulante. Os valores encontrados variam de aproximadamente 13 a 27 brotos emergidos por metro linear. Por colocar mais gemas por metro pode-se observar que a brotação é intensificada porém a competição é diretamente proporcional a este fator, MILLHOLLON e LEGENDRE (1995) concluíram que o maior limitador para se aumentar a população de colmos com regulador vegetal é a competição interplantas.



**Figura 6** - Médias de √números de brotos sob cinco diferentes densidades

Na figura 8 pode-se observar as médias de brotação dos tratamentos com e sem o uso do bioestimulante, os resultados variam entre aproximadamente 19,4 e 17 brotos emergidos por metro linear sendo que não houve significância contrapondo os dados observados por Mendes (2009) que reportou aumentos significativos na brotação e emissão de perfilhos da cana com aplicação de bioestimulante vegetal assim como SHETIYA E DENDSAY (1991) ainda protagonizaram que o seu uso pode ser usado em pós-emergência quando existem falhas na brotação.



**Figura 7** -  $\sqrt{\text{Número de Brotação}}$  em Função da aplicação do bioestimulante.

A tabela 4, apresenta-se a análise de variância teste t levando em relação a significância em 1% ( $p < 0,01$ ), 5 % ( $p < 0,05$ ), 10% ( $p < 0,10$ ), das diferentes densidades de plantio em função do bioestimulante. Houve efeito significativo do bioestimulante para as variáveis número de folhas e número de colmos industrializáveis por metro a respectivamente 5 e 1% de significância. Para o número de gemas (densidade de plantio) houve significância a 10% para °Brix. Não houve interação entre as variáveis avaliadas.

**Tabela 4** - Quadrados médios das variáveis em diferentes densidades de plantio de cana-de-açúcar em função do uso de bioestimulante para as variáveis altura do colmo (ALTC), diâmetro do colmo (DC), número de folhas (NF), número de colmos industrializáveis por metro (NC), número de entrenó (NEN), °brix (Brix) , tonelada de cana por hectare (TCH).

FV	GL	ALTC	DC	NF	NC	NEN	Brix	TCH
Bloco	3	0,268°	0,204*	14.896**	9.366°	0.831 <sup>ns</sup>	1.528 <sup>ns</sup>	7652,74**

Bioestimulante (B)	1	0,002 <sup>ns</sup>	0,070 <sup>ns</sup>	2,323 <sup>*</sup>	32,400 <sup>**</sup>	1,112 <sup>ns</sup>	0,156 <sup>ns</sup>	157,97 <sup>ns</sup>
NG	4	0,129 <sup>ns</sup>	0,153 <sup>ns</sup>	0,456 <sup>ns</sup>	4,437 <sup>ns</sup>	6,474 <sup>ns</sup>	2,327 <sup>o</sup>	1319,55 <sup>ns</sup>
B x NG	4	0,061 <sup>ns</sup>	0,225 <sup>ns</sup>	0,285 <sup>ns</sup>	5,462 <sup>ns</sup>	4,601 <sup>ns</sup>	0,491 <sup>ns</sup>	1301,28 <sup>ns</sup>
RESIDUO	27	27						
CV (%)		13,74	10,34	11,09	17,12	10,45	4,78	27,9

<sup>\*\*</sup>, <sup>\*</sup> e <sup>o</sup> : Significativo pelo teste t a 1, 5 e 10 %.

Na tabela 5, observa-se as médias das variáveis sob o uso do bioestimulante onde as médias diferem entre si apenas para o número de folhas onde o tratamento sem o uso obteve média superior, e para a variável número de colmos onde o bioestimulante incrementou 2 colmos a mais.

Para o número de folha pode-se observar que as médias variaram pouco porém obtiveram diferença significativa onde o tratamento sem o uso do bioestimulante se manteve superior com média de 6,48 contra 6 folhas. Esse resultado difere de Davies (2004), segundo ele a interação da citocinina com a giberilina pode retardar a senescência de folhas. Garbelini (2009) utilizando mesmo bioestimulante em mesma dosagem conseguiu aumentar o teor de clorofila em folhas de macadâmia.

Para o °brix pode-se observar que houve um pequeno aumento na média do tratamento com o uso do bioestimulante em relação ou que não houve o uso. As médias não diferiram estatisticamente entre si. Existem poucos trabalhos que avaliam a interferência no uso de bioestimulante no teor de sólidos solúveis. O resultado concorda com Ferreira, et al. (2013) que não obteve diferença significativa para variável brix avaliando a aplicação de bioestimulante em fundo de sulco em cana-de-açúcar nas variedades SP89-1115, SP81-3250, SP83-2847, SP91- 3011, RB72454, RB867515, RB835054 e SP91- 3440. O uso de bioestimulante com a presença de etileno em sua composição estimula o acúmulo de açúcar por interferir na ativação de enzimas que auxiliam no processo de síntese e acúmulo de açúcar (Wang et.al., 2013).

Para tonelada de cana-de-açúcar por hectare, pode-se observar que com a utilização do bioestimulante houve um incremento de aproximadamente 4 toneladas por hectare na produtividade devido a maior altura do colmo, diâmetro e número de colmos por metro linear, porém não houve significância assim concordando com Sousa e Korndörfer (2010) que não detectaram efeitos significativos de bioestimulantes sobre a produtividade e rendimento industrial da cana cultivar RB92-5345.

As médias dos tratamentos do variável número de colmos industrializáveis por metro demonstraram que houve um incremento de 2 colmos. O uso do bioestimulante obteve média significativa estatisticamente e difere de Ferreira et.al (2013) que avaliando a aplicação de bioestimulante em fundo de sulco não obteve significância para este parâmetro.

**Tabela 5** - Medias das variáveis sob uso de bioestimulnte

Condição	Altura do Colmo (m)	Diâmetro do Colmo (cm)	Número de Folhas	Número de Colmos	Número de entrenó	° Brix	Tonelada de cana por ha
Com Bioestimulante	2,23 A	2,40 A	6,00 B	11,65 A	21,18 A	20,045 A	93,478 A
Sem Bioestimulante	2,21 A	2,32 A	6,48 A	9,85 B	21,51 A	19,920 A	89,503 A

Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de T a 1, 5 e 10% de probabilidade

A figura 9 mostra as médias referentes aos parâmetros avaliados sob a influência do número de gemas por metro linear. Os teores observados no atual trabalho indicaram que no momento do corte, todos os tratamentos se encontravam em maturação plena na figura 3, são encontradas as médias seguindo a tendência linear do teor de °Brix sob as cinco diferentes densidades de plantio com e sem o uso do bioestimulante, observando assim que o aumento da densidade propiciou um aumento no teor de sólidos solúveis em aproximadamente 0,04 ° Brix por densidade avaliada.

O Grau Brix detém relação direta, na prática, com o teor de açúcares solúveis no caldo (principalmente sacarose), correspondendo a 18-25% do total do caldo, conforme explicaram Segato e Pereira (2006), Segato et al. (2006), Andrade (2007), Lavanholi (2008) e Santos et al. (2013). Esses autores relacionaram diretamente o teor de sacarose contido na solução de sólidos solúveis (Brix) com o ponto de maturação da cana.

As médias da produtividade obtida em tonelada de cana por hectare mostram que não houve diferença significativa entre os tratamentos. Ocorreu uma variação na produtividade entre os diferentes números de gemas de 76 a 111 t/ha<sup>-1</sup>. Peixoto et al. (1998) trabalhando com variedade CB45-3 nas densidades de plantio 4, 6 e 8 t de cana ha<sup>-1</sup> observou que com o aumento de 4 para 8 t de cana há, não fez aumentar o rendimento cultural, implicando apenas em aumento dos custos de produção.

Contudo, os dados obtidos de produtividade dos tratamentos não demonstraram diferenças estatísticas, mas na prática pode-se observar que as densidades de 10 e 5 gemas



obtiveram a maior produtividade em tonelada de cana por hectare assim concordando com Stolf e Barbosa (1990) os autores verificaram que valores na faixa de 9 a 12 gemas por metro de sulco atendem praticamente a totalidade das situações, no sentido de se atingir a máxima produtividade.

O valor referente da média a altura do colmo não teve significância estatística, porém ocorreu uma variação de 2,04 a 2,26 nas densidades de 15 e 10 gemas por metro de sulco respectivamente. As densidades de 5 e 25 gemas por metro obtiveram aproximadamente 2 m de colmo não havendo variação na altura do colmo em função da densidade, existem poucos trabalhos evidenciando resultados da altura do colmo em função do número de gemas por metro de sulco utilizadas no plantio. Os resultados obtidos são diferentes aos encontrados por Pate et al. (2001) que comentam que, em plantios adensados, os colmos da cana-de-açúcar tendem a ser mais longos e com diâmetros menores.

Para variável diâmetro do colmo não houve diferença significativa porém pode-se observar que houve uma variação de 2,32 e 2,49 cm nos respectivos números de gemas por metro de sulco 15 e 10 e junto com o plantio com 5 gemas por metro se mantiveram a cima da média que foi 2,42 cm diferente do de 15 e 25 e diante disso os resultados se mostraram diferentes ao Townsend (2000) que relata que quanto mais plantas por área menor será o diâmetro do colmo e consequentemente a produtividade.

O média do número de colmos industrializáveis por metro linear não foi estatisticamente significativo em função dos diferentes números de gemas. Porém vale ressaltar que as médias dos tratamentos de 5, 10 e 15 gemas por metro linear de sulco de plantio que apresentaram-se acima da média que foi de 10,74 colmos considerando que os menores números de gema foram que proporcionaram maior número de colmos industrializáveis por metro e os valores variaram de aproximadamente 10 a 12 colmos por metro linear sendo representados respectivamente por 20 e 5 números de gemas por metro linear de sulco de plantio. O aumento do número de colmos e seu reflexo direto na produtividade foram relatados por Simões et al (2005), na cana-de-açúcar. Resultados experimentais mostram haver aumento na produtividade agrícola devido ao número de colmos por metro linear da cana-de-açúcar com a utilização de cultivo adensado (GALVAN et al. 1997).

Para a variável número de folhas vivas houve uma variação de 5,94 para o tratamento de 5 gemas por metro linear de sulco e 6,56 para 10 gemas. A variação nas médias foi pequena e não foi estatisticamente significativa, porém pode-se perceber que apenas para o número de gemas 10, 15 e 20 que se mantiveram na cima da média que foi de 6,24 folhas. Galvani et al.

(1997) em 5 locais: Araras-SP, Pirassununga-SP, Pradópolis-SP, Rubiácia-SP e Cristalina-GO conseguiram um incremento de 9% de rendimento com o adensamento do plantio e para estes autores esse aumento se da devido pelo fato de haver um maior índice de área foliar Para Bernardes et al. (2008) em trabalho realizado em Augusto Pestana-RS, com diferentes densidades de gemas por metro (6, 12, 18 e 24), em um mesmo espaçamento entre as linhas, observaram que as densidades de 18 e 24 gemas possibilitaram os maiores rendimentos.

Para o número de entrenó não houve significância estatística, as médias variaram entre 20,34 e 22,32 para respectivamente. No caso específico da cana-de-açúcar, os parâmetros agrônômicos, como o comprimento de entrenós, representam os principais componentes da cultura possíveis de serem medidos com ótima correlação com a produtividade (Gheller et al., 1999). Existem poucos trabalhos avaliando o número de entrenó em diferentes densidades de plantio de cana-de-açúcar porém segundo Oliveira (1999) a maturação da cana-de-açúcar ocorre da base para o ápice do colmo, nos distintos nós e entrenós. Assim quanto maior o comprimento do entrenó e diâmetro do colmo maior sua capacidade de reserva de açúcar.

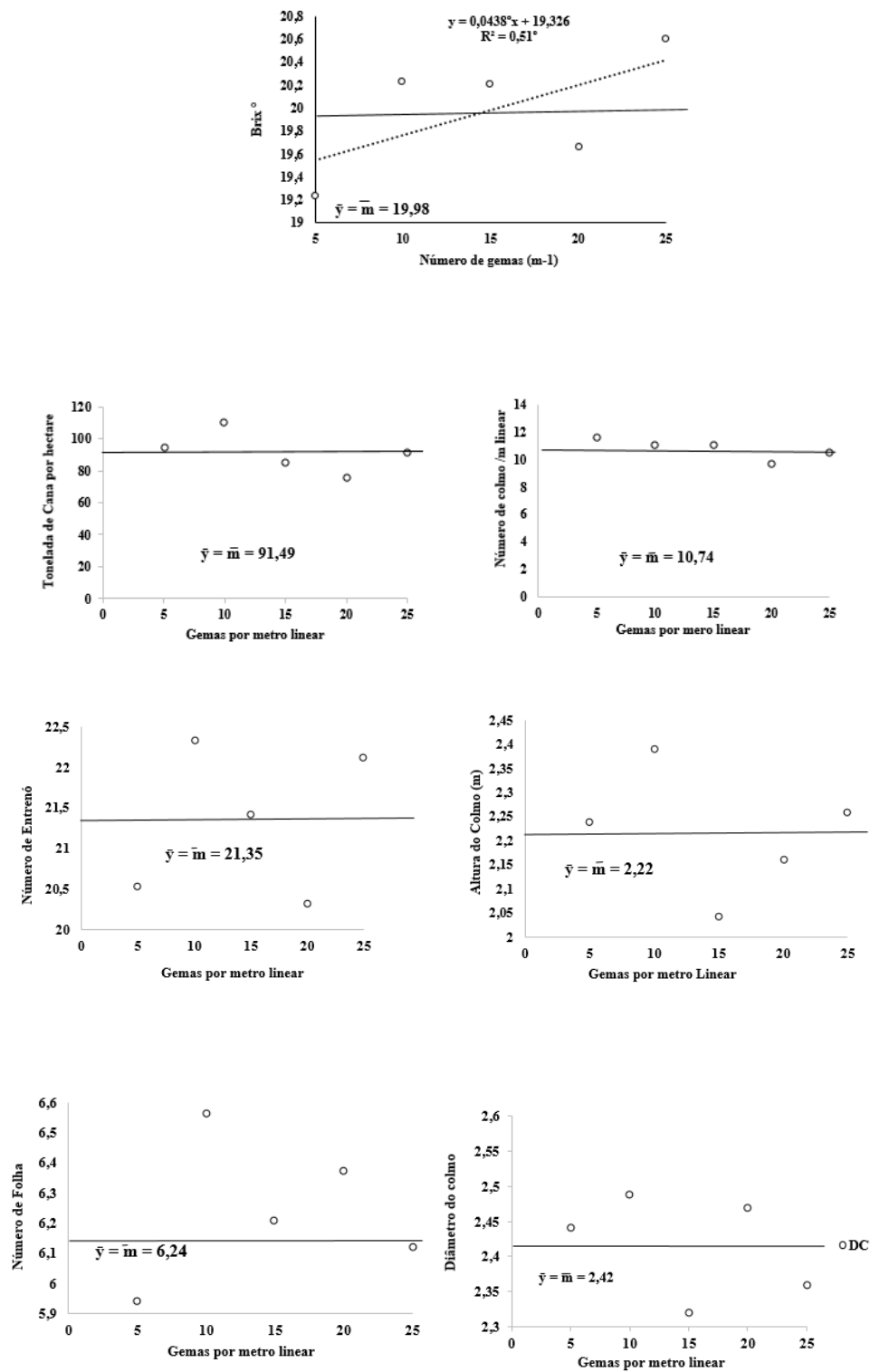


FIGURA 9. Médias das variáveis sob o número de gemas por metro linear.

Muitos dos dados não obtiveram significância para o uso do biostimulante devido as condições hídricas favoráveis, já que houve uma boa distribuição das chuvas e o bioestimulante

tem melhor efeito em condições estressantes. Zilliani (2015) observou que em condições de estresse hídrico a aplicação de bioestimulante pulverizado em fundo de sulco na cana-de-açúcar promoveu melhores resultados em todos os parâmetros biométricos avaliados.

## 6. CONCLUSÃO

- O uso do bioestimulante não influenciou na brotação nas condições locais do experimento.
- O uso do biostimulante influencia positivamente no número de colmos por metro.
- A densidade de plantio em gemas por metro de sulco influencia em crescimento linear para no número de brotos e na quantidade de sólidos solúveis (°Brix).
- É importante que sejam realizadas novas pesquisas obtenção de um maior número de resultados em diferentes anos agrícolas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFONSI, R.R., PEDRO JÚNIOR, M.J., BRUNINI, O. et al. Condições climáticas para a cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S. B. **Cana-de-açúcar: Cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 1, cap. 1, p. 42-55.
- ALLEONI, B.; BOSQUEIRO, M.; ROSSI, M. **Efeito dos reguladores vegetais de Stimulate no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. PublicatioUEPG, Ponta Grossa, v. 6, p. 23-35, 2000.
- ANDRADE, L.A.B. **Cultivo da cana-de-açúcar para produção de cachaça**. Viçosa: CPT, 2007. 230p.
- AUDE, M.I.S. 1993. Estádios de desenvolvimento da cana-de-açúcar e suas relações com a produtividade. **Ciência Rural**, v.23, p.241-248.
- BARBIERI, V. **Condicionamento climático da produtividade potencial da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.): um modelo matemático-fisiológico de estimativa**. Piracicaba, 1993. 142 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Departamento de Física e Meteorologia - ESALQ-USP.
- BEAUCLAIR, E.G.F.; SCARPARI, M.S. Noções fitotécnicas. In: RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C.; CASAGRANDE, D.V. (Org.). **Plantio de cana-de-açúcar: estado da arte**. Piracicaba: Livroceres. 2006. V.1, p. 80-91.cana-de-açúcar.
- BERNARDES, D.; QUADROS, V. J.; SILVA, J. A. G. da; BURATTI, J. V.; ABREU, F. B. de; KERPEL, L. A. **Rendimento de cana-de-açúcar (*Sacharum officinarum* L.) em três cultivares e quatro densidades**. XVII Congresso de Iniciação Científica. X Encontro de Pós-Graduação. 2008.
- CARLIN, S.D.; SILVA, M.A.; PERECIN, D. **Fatores que afetam a brotação inicial da cana-de-açúcar**. Revista Ceres, Viçosa, v. 51, n. 296, p. 457-466, 2004.
- CASAGRANDE, A.A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 187p.
- CASAGRANDE, A.A. 1991. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-se-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP. 157p.
- CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132 p.
- CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor das

CASTRO, P.R.C.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Fisiologia da cana-de-açúcar. In: MENDONÇA, A.F. Cigarrinhas da cana-de-açúcar: Controle biológico. 1.ed. Maceió: Insecta, 2005. p.3-48.

CASTRO, P.R.C; PACHECO, A.C; MEDINA, C.L. Efeitos de stimulate e de micro-citros no CEBIM, V.L.S.M. **Biometria de mudas de cana-de-açúcar (Sacharum sp.) em dois sistemas de plantio**. 2007. 90 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luís de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

COLETI, J. T. Técnica cultural de plantio. In: PARANHOS, S. B. (Coord.). **Cana-de-açúcar cultivo e utilização**. Campinas, Fundação Cargill, 1987. v. 1, p. 284-332.

COLLETI, J.T.; STUPIELLO, J.J.; Plantio da cana-de-açúcar. In: SAGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NOBREGA, J.C. (Org.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. Cap. 4, p. 139-153.

COLL, J.B.; RODRIGO, G.N.; GARCIA, B.S.; TAMÉS, R.S. **Fisiologia vegetal**. Madrid:

Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**, Safra 2017/18. v. 4, n. 4, 77 p. Junho/ 2018.

DAROS, E.; ZAMBON, J.L.C.; WEBER, H.; IDO, O.T.; GRACIANO, P.A. **Efeito da densidade de plantio em duas variedades de cana-de-açúcar**. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL - STAB, 7, 1999, Londrina. Anais... Londrina: Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, 1999, p. 137-140.

DILLEWIJIN, C. Van. **Botany of sugarcane**. Waltham, 1952. 371p.

DIOLA, V.; SANTOS, F. Fisiologia. In: SANTOS, F.; BOREM, A.; CALDAS, C. (Eds.). **desenvolvimento vegetativo e na produtividade da laranjeira “pêra” (Citrus sinensis L. Obeck)**. Ediciones Pirâmide, 2001. 662p

COSTA, NL.; DAROS, E.; MORAES, A. Utilização de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar ( *Sccharum officinarum* L.) **PUBVET**, Londrina, v. 5, p. 1-31, 2011.

DUNCKELMAN, J.W.; BEUCLAIR, E.G.F. **A survey of mechanical sugar cane planters in Louisiana**. The Sugar Bulletin, New Orleans, v. 62, n. 2, p. 8-10, 1983.

EMBRAPA. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.1855-1863, 1999.

FERRAZ, A. I. **Apostila de cana-de-açúcar**. 2016. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/AntonioIncioFerraz/apostila-de-canadeacarantonio-inacio-ferraz-tnico-em-eletronicae-agropecuria-na-paula-souza>>. Acesso 11 de outubro. 2018.

GALVANI, E. et al. Efeitos de diferentes espaçamentos entre sulcos na produtividade agrícola da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Sci. agric.**, v. 54, n. 01-02, p. 62-68, 1994.

GALVANI, E.; BARBIERI, V.; PEREIRA, A. B.; VILLA NOVA, N.A. Efeitos de diferentes espaçamentos entre sulcos na produtividade agrícola da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Scientia Agrícola**, v. 54, n. 1-2, 1997.

Gheller, A. C. A.; Menezes, L. L.; Matsuoka, S.; Masuda, Y.; Hoffmann, H. P.; Arizono, H.; Garcia, A. A. F. **Manual de método alternativo para medição da produção de cana-de-açúcar**. Araras: UFSCAR/CCA/DBV, 1999. 7p

IBGE. **Levantamento sistemático de produção, 2018** – Cana-de-açúcar. Paraíba: IBGE, 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/lspa/tabelas>.

LANDELL, M. G. A.; et al. **Sistema de Multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gema individualizadas**. Campinas: IAC, 212. 16p. (Documentos, 109).

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006. p.295-338.

LEE, T.S.G. **Efeito do plantio de cana inteira na germinação, no desenvolvimento e na produção de cana-de-açúcar**. Cadernos Planasulcar, Piracicaba, v. 3, n. 1, p. 13-23, fev. 1984.

LISBOA, L. A. M.; VENTURA, G.; CHAGAS, A. T.; VIANA, R. da S.; FIGUEIREDO, P. A. M. Concentrações de 2,4-D para o desenvolvimento de calos de meristemas de cana-de-açúcar. **Ciência & Tecnologia**: Fatec-JB, Jaboticabal, v. 6, p. 187-191, 2014.

MACEDO, I. C. **Geração de qualidade de empregos**. 2007. Disponível em: <<http://www.portalunica.com.br>>. Acesso em: 07 julho. 2013.

MAGALHÃES, A. C. N. Ecofisiologia da cana-de-açúcar: aspectos do metabolismo do carbono na planta. In: CASTRO, P.R.C., FERREIRA, S. O., YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Assoc. Bras. da Potassa e do Fosfato. 1987. p. 113-118.

MALAVOLTA, E., HAAG, H. P. Fisiologia. In: MALAVOLTA, E., SEGALA, A.L, GOMES, F.P., et al. **Cultivo e adubação da cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Brasileiro de Potassa, 1964. cap. 8, p. 221-236.



MARTIN, N. B. et al. **SISTEMA INTEGRADO DE CUSTOS AGROPECUÁRIOS - CUSTAGRI**. Informações Econômicas, São Paulo, v. 28, n. 1, p.7-28, jan. 1998.

MARTINS, M.B.G.; CASTRO, P.R.C. **Efeito da giberelina e ethefon na anatomia de plantas da plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja**. Revista Brasileira de Sementes,

MENDES, L.S.; CASTRO, P.R.; ROSSI, G. **Desenvolvimento inicial de mini-toletes de cana-de-açúcar submetidos a tratamentos com agroquímicos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 12., 2009, Fortaleza. Anais... Fortaleza: UFC, 2009. 2p. METIVIER, J.R. Giberelinas. In: FERRI, M.G. Fisiologia vegetal. São Paulo: EDUSP, 1979. v.2, cap.5, p.129-161.

MILHOLLON, R.W.; LEGENDRE, B.L. Influence of ethephon on plant population and yield of sugarcane (*Saccharum* spp. hybrids). **Plant Growth Regulator Society of America**, LaGrange, v. 23, n. 1, p. 17-30, 1995.

NORRIS, C.P.; ROBOTHAM, B.G.; BULL, T.A. **High density planting as an economic production strategy: A farming system and equipment requirements**. Proceeding Australian Society Sugar Cane Technologists, Bundaberg, v. 22, p. 113- 118, 2000.

PATE, F. M. et al. **Sugarcane as a cattle feed: production and utilization**. Florida: University of Florida/Cooperative Extension Service, 2001. 25 p.

PEIXOTO, A.A; BERTO, P.N.A.; THURLER, A.M.; DELGADO, F.R.M.C.R Densidades de plantio com três variedades de cana-de-açúcar, em sulcos de base estreita e de base larga. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.106, n. 2, p.28-32,1988.

QUINTELA, A.C.R. **Avaliação do plantio convencional e de cana inteira com e sem desponete e de compactação pós cobertura, em duas variedades de cana-de-açúcar**. 1996. 37p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

QUINTELA, A.C.R.; ANDRADE, L.A.B.; CARVALHO, G.J.; BOCARDO, M.R. **Efeito do plantio de cana inteira, com e sem desponete, e da compactação pós cobertura, em duas variedades de cana-de-açúcar**. STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos, Piracicaba, v. 15, n. 3, p.22-24. 1997.

RAMESH, P.; MAHADEVASWAMY, M. **Effect of formative phase drought on different classes of shoots, shoot mortality, cane attributes, yield and quality of four sugarcane**

**cultivars**. Journal of Agronomy & Crop Science, v.185, p.249-258, 2000. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1439-037x.2000.00399.x>

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001, 906p.

ROBOTHAM, B.G. Final report – SRDC Project Bs 145S **Improving sett/soil contact to enhance sugarcane establishment**. Local: BSES Publication SRDC, Dec. 2000. P. 1-26, (final report SD00021).

SANTOS, D. dos. Ecofisiologia da cana-de-açúcar. In: **Recomendações técnicas para cultura da cana-de-açúcar no estado do Paraná**. Londrina: Instituto Agrônômico, 1977, 107 p. (Circular IAPAR, 6).

SANTOS, F.; QUEIROZ, J.H.; COLODETTE, J.L.; RABELO, S.C. Qualidade da cana-de-açúcar para processamento industrial. In: SANTOS, F.; BORÉM, A. (Eds.). **Cana-de-açúcar: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2013. p.245-257.

SANTOS, F.; QUEIROZ, J.H.; COLODETTE, J.L.; RABELO, S.C. **Qualidade da Scientia Agrícola**, v.55, n.2, p. 338-341, 1998.

SEGATO, S.V.; MATTIUZ, C.F.M.; MOZAMBANI, A.E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V.; SENE PINTO, A.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. (Orgs.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP, 2006. p.19-36.

SEGATO, S.V.; PEREIRA, L.L. Colheita da cana-de-açúcar: corte manual. In: SEGATO, S.V.; SENE PINTO, A.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. (Orgs.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP, 2006. p.319-332.

SHETIYA, H.L.; DENDSAY, J.P.S. **Morpho-physiological and quality traits in sugarcane in response to post emergence treatment with 2-chloroethyl-phosphonic acid**. Indian Sugar, Nova Delhi, v.41, n.1, p.37-40, 1991.

SIMÕES NETO, E.D. **Efeito da quantidade da reserva energética do tolete e da compactação do solo no desenvolvimento inicial na cana-de-açúcar**. (Sacharum sp.) 1986. 94p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luís de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1986.

SIMÕES, M.S.; ROCHA, J.V.; LAMPARELLI, R.A.C. Indicadores de crescimento e produtividade da cana-de-açúcar. **Scientia agricola**, Piracicaba, v.62, n.1, p.23-30, 2005.

STEFANINI, M.B.; RODRIGUES, S.D.; MING, L.C. **Ação de fitorreguladores no crescimento da erva-cidreira-brasileira. Horticultura Brasileira**, v.20, n. 1, p.18-23, 2002.

STOLF, R. Metodologia de avaliação de falhas nas linhas de cana-de-açúcar. **STAB**, Piracicaba, v.4, n.6, p.22-36, jul. 1986.

SUGUITANI, C. **Entendendo e a produção de cana-de-açúcar: avaliação do modelo Mosicas**. 2006. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luís de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p. UFV, 2010. p.25-49. v.23, n.2, p.222-228, 2001b.

TOWNSEND, C., R. Recomendações técnicas para o cultivo da cana-de-açúcar forrageira em Rondônia. Ministério da agricultura e abastecimento, Rondônia, n.21, p.1-5, 2000.

WANG, J., NAYAK, S., KOCH, K& CRAMER, M.D.(2014). Soucer and Sink Physiology. In P.H. Moore & F.C. Botha, F.C (Eds.), **Sugarcane: Physiology, Biochemistry and Functional Biology**. (p.483-520).

ZANINI, A. M.; SANTOS, E. M. Competição entre espécies de plantas: uma revisão. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 11, n. 1, p. 10-30, 2004.